

Розрахунок інтегральних характеристик світлового поля, створеного опромінювачем з несиметричним світловим розподілом

Андрійчук В.А., д.т.н., проф., Костик Л.М.

*Тернопільський державний технічний університет імені Івана Пулюя
м. Тернопіль, вул. Микулинецька 46; E-mail: kaf_es@tu.edu.te.ua*

Поле оптичного випромінювання характеризується інтегральними характеристиками: освітленістю площини, просторовою освітленістю, сферичною, півсферичною та циліндричною освітленостями. Їх розрахунок для несиметричних точкових джерел випромінювання є важливим при моделюванні умов опромінення рослин з довільним розташуванням листків. Метою роботи була розробка методики розрахунку на ЕОМ інтегральних характеристик світлового поля несиметричного точкового опромінювача, світловий розподіл якого заданий фотометричним тілом, отриманим експериментально.

На рис.1 приведена геометрична схема для розрахунку опромінення площини довільної орієнтації від несиметричного опромінювача з параболоциліндричним відбивачем. Координати одиничних векторів системи приймача випромінювання в системі OXYZ визначатимуться за формулами:

$$\begin{aligned}\vec{g}_{x_1} &= \vec{g}_x \cos \psi_x + \vec{g}_y \sin \psi_x ; \\ \vec{g}_{y_1} &= -\vec{g}_x \cos \psi_z \cdot \sin \psi_x + \vec{g}_y \cos \psi_z \cdot \cos \psi_x + \vec{g}_z \sin \psi_z ; \\ \vec{g}_{z_1} &= \vec{g}_x \sin \psi_z \cdot \sin \psi_x - \vec{g}_y \sin \psi_z \cdot \cos \psi_x + \vec{g}_z \cos \psi_z .\end{aligned}$$

Одиничні вектори джерела випромінювання в системі OXYZ визначали за формулами:

$$\begin{aligned}\vec{i} &= \vec{g}_x \sin \zeta \cos \chi + \vec{g}_y \sin \zeta \sin \chi - \vec{g}_z \cos \zeta \\ \vec{e} &= \vec{g}_x \sin \chi - \vec{g}_y \cos \chi \\ \vec{f} = \vec{e} \times \vec{i} &= \vec{g}_x \cos \zeta \cos \chi + \vec{g}_y \cos \zeta \sin \chi + \vec{g}_z \sin \zeta\end{aligned}$$

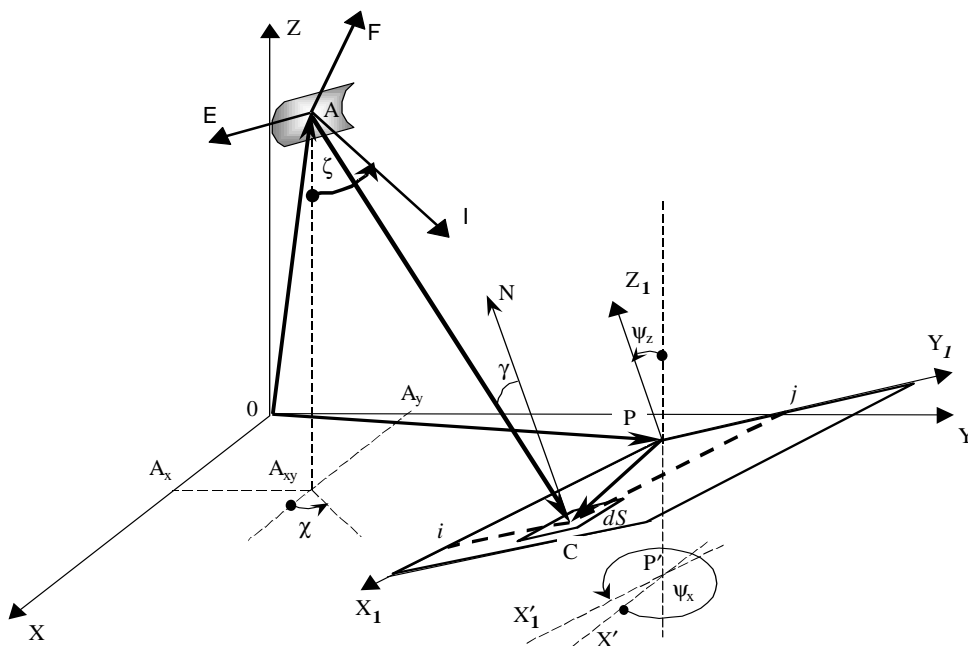


Рисунок 1 – Геометрична схема для розрахунку опромінення довільної площини від опромінювача з несиметричним світловим розподілом: OXYZ – система координат опромінювальної установки; AFEI – система координат випромінювача; $PX_1Y_1Z_1$ – система координат приймача; AI – оптична вісь ОП; χ – кут між віссю OX і проекцією оптичної осі ОП на площину XOY; \mathbf{N} – одиничний вектор нормалі до ділянки dS ; ψ_z – кут між осями PZ_1 і OZ; ψ_x – кут між осями OX і PX_1 .

Кутовий розподіл сили випромінювання несиметричного опромінювача $I(\varphi, \alpha)$ отримували експериментально на гоніофотометричній установці. При цьому будь-який напрям сили випромінювання задавався двома кутами: α – кутом повороту опромінювача відносно осі E; φ – кутом повороту відносно осі I. Обидва кути змінювалися в межах $+90^\circ \dots -90^\circ$. Результати експериментальних вимірювань подавалися у вигляді таблиць, де відповідно до значень кутів φ і α записувалися значення сили світла у заданому напрямі.

Значення сили випромінювання $I(\varphi, \alpha)$ в напрямку \overrightarrow{AC} визначали методом інтерполяції експериментально отриманих табличних даних $I(\varphi, \alpha_j)$ многочленом Лагранжа першого і другого степеня з врахуванням абсолютної похибки інтерполювання.

Математичний вираз для розрахунку опромінення ділянки dS , яка лежить на вибраній площині PX_1Y_1 і охоплює довільну точку світлового поля C, записували через скалярний добуток векторів $E_c = \frac{I(t, \varphi, \alpha) \cdot (\overrightarrow{AC} \cdot (-\vec{N}))}{|\overrightarrow{AC}|^3}$, де $I(t, \varphi, \alpha)$

– функція сили випромінювання, яка, в загальному випадку, залежить від часу та вибраного напрямку AC. Якщо потік випромінювання опромінювача не змінюється протягом всього періоду опромінення, то модуль вектора сили випромінювання буде залежати лише від вибраного напрямку AC.

Для розрахунку на ЕОМ інтегральних характеристик поля оптичного випромінювання від несиметричного точкового опромінювача складено алгоритми та програмне забезпечення з використанням пакетів прикладних програм.

Запропонована методика дозволяє проводити розрахунок інтегральних характеристик світлового поля в точках, розташованих на будь-якій вибраній поверхні.

За даною методикою з використанням розробленого програмного забезпечення проведено розрахунки інтегральних характеристик поля випромінювання ФАР, створеного параболоциліндричним опромінювачем ЖСП-ВОТ-02 з лампою ДНаТ-400. Результати розрахунку приводилися у вигляді графіків однакових значень відповідного параметра поля для множини точок, розташованих на заданій поверхні.